



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  H04B 1/713, H04J 13/06	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/66652  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. Dezember 1999 (23.12.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/01684  (22) Internationales Anmeldedatum: 18. Juni 1998 (18.06.98)  (71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): KOCKMANN, Jürgen [DE/DE]; Oststrasse 52, D-48599 Gronau (DE). DICKER, Olaf [DE/DE]; Kapitelstrasse 4, D-46459 Rees (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING INFORMATION USING VARYING CARRIER FREQUENCIES BY MEANS OF A FREQUENCY HOPPING METHOD

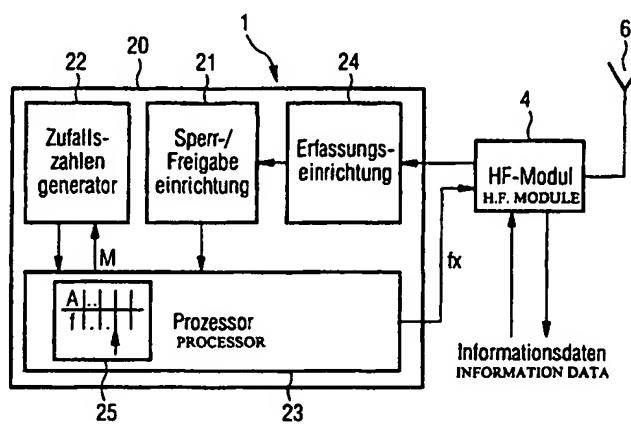
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ÜBERTRAGUNG VON INFORMATIONEN IN VERSCHIEDENEN TRÄGERFREQUENZEN MITTELS EINEM FREQUENZSPRUNGVERFAHREN

#### (57) Abstract

The invention relates to a method and device for transmitting information using varying carrier frequencies by means of a frequency hopping method. The inventive method comprises producing a table with a number of N possible carrier frequency values  $f_x$  in addresses 1 to N of said table, the N possible carrier frequency values being split into n subgroups. Then, a sequence of random values is produced. At least one part M of the N carrier frequency values  $f_x$  is extracted from the table. In each subgroup, the carrier frequency values are extracted from the corresponding addresses on the basis of the random value sequence generated and the subgroups are extracted in a predetermined chronological order, whereby  $M \leq N$ . Information is then transmitted at carrier frequencies which correspond to the extracted carrier frequencies. The invention method and device can be used, e.g., in a mobile station and/or a base station of a mobile radio system.

#### (57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Übertragen von Informationen in verschiedenen Trägerfrequenzen mittels einem Frequenzsprungverfahren, wobei eine Tabelle mit einer Anzahl von N möglichen Trägerfrequenzwerten  $f_x$  in Adressen 1 bis N der Tabelle bereitgestellt werden, und wobei die N möglichen Trägerfrequenzwerte in n Untergruppen angeordnet sind. Es wird eine Sequenz von Zufallswerten erzeugt. Zum mindesten ein Teil M der N Trägerfrequenzwerte  $f_x$  wird aus der Tabelle ausgelesen, wobei innerhalb jeder Untergruppe die Trägerfrequenzwerte auf der Basis der erzeugten Sequenz von Zufallswerten aus den entsprechenden Adressen und die Untergruppen in einer bestimmten Reihenfolge ausgelesen werden, wobei  $M \leq N$  ist. Danach werden Informationen bzw. Daten in Trägerfrequenzen übertragen, die den ausgelesenen Trägerfrequenzwerten entsprechen. Das Verfahren und die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung können beispielsweise in einer Mobilstation oder einer Basisstation eines Mobilfunksystems implementiert sein.



22 ... RANDOM NUMBER GENERATOR

21 ... LOCKING/FREEING DEVICE

24 ... DETECTION DEVICE

***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

**Beschreibung**

Verfahren und Vorrichtung zur Übertragung von Informationen  
in verschiedenen Trägerfrequenzen mittels einem Frequenz-  
sprungverfahren

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und  
eine Vorrichtung zur Übertragung von Informationen in ver-  
schiedenen Trägerfrequenzen mittels einem Frequenzsprungver-  
fahren, die z.B. in eine Mobilstation und/oder eine Basis-  
station eines Mobilfunksystems implementiert sein können.

Als Verfahren zur Übertragung von Informationen bzw. Daten  
auf mehreren Trägerfrequenzen ist das sogenannte Frequency  
Hopping Spread Spectrum (Frequenzsprung-Streuspektrum)-Sy-  
stem bekannt. Unter einem Frequency Hopping Spread Spectrum-  
System ist dabei ein System zu verstehen, bei dem zur Funk-  
übertragung von Daten eine Vielzahl an Trägerfrequenzen be-  
reitgestellt wird und die aktuell verwendete Trägerfrequenz  
in periodischen Abständen gewechselt wird. Insbesondere bei  
einem Zeitmultiplex(TDMA)-System kann ein Wechsel der Trä-  
gerfrequenz nach jedem Zeitschlitz oder Zeitrahmen der Zeit-  
multiplex-Übertragung erfolgen. Ein solches Frequency Hop-  
ping Spread Spectrum-System hat Vorteile dahingehend, daß  
die Energie der gesamten Funkübertragung über sämtliche Trä-  
gerfrequenzen verteilt wird. Dies ist insbesondere von Be-  
deutung, wenn ein allgemein verfügbares Frequenzband, wie  
beispielsweise das 2,4 GHz-ISM(Industrial, Scientific, Medi-  
cal)-Band verwendet wird. Für dieses Frequenzband ist gemäß  
den einschlägigen Vorschriften (in den USA die FCC part 15)  
eine Obergrenze für die maximal pro Trägerfrequenz auftre-  
tende Energie festgelegt, um eine Störung anderer Teilnehmer  
so gering wie möglich zu halten. Für den Frequenzwechsel ist  
vorgeschrieben, daß innerhalb eines Zeitraums von 30 Sekun-  
den mindestens 75 unterschiedliche Frequenzen genutzt werden  
müssen. Weiterhin darf jede Frequenz in 30 Sekunden maximal

0,4 Sekunden lang genutzt werden. Im zeitlichen Durchschnitt müssen alle Frequenzen gleich verteilt genutzt werden.

Im DECT-Standard sind 24 Zeitschlitzte, jeweils 12 für uplink und für downlink, in einem ms-Rahmen definiert. Die FCC part 15 stellt jedoch nur eine Bandbreite von weniger als 1 MHz in dem ISM-Band zur Verfügung. Um dieses Erfordernis zu erfüllen, wurde die Anzahl der Zeitschlitzte auf 12 Zeitschlitzte in einem 10 ms Zeitrahmen reduziert, d.h. jeweils 6 Zeitschlitzte für uplink und für downlink.

Mit 6 Zeitschlitzten für jede Richtung und unter Aufrechterhaltung des DECT-Zeitrahmens von 10 ms würde jeder Zeitschlitz eine Länge von 833 µs aufweisen. Die Zeitschlitzte im DECT-Standard haben eine Länge von 417 µs. Bei einem langsamem Frequenzsprungsystem (Slow Frequency Hopping) ist ein inaktiver DECT-Zeitschlitz von 417 µs zwischen benachbarten aktiven Zeitschlitzten, in denen Daten übertragen werden, erforderlich. Damit sind bei derartigen Systemen nur jeweils 6 aktive Zeitschlitzte in jeder Richtung zur Datenübertragung verwendet. Wenn derartige Systeme, die auf der Basis eines Slow Frequency Hopping arbeiten, auch im ISM-Band die Erfordernisse der FCC part 15 erfüllen sollen, muß wiederum ein inaktiver Blind-Zeitschlitz von 417 µs zwischen benachbarten aktiven Zeitschlitzten vorhanden sein. Dieser Blind-Zeitschlitz hat damit die halbe Länge eines vollen Zeitschlitzes von 833 µs, wodurch, wenn ein Basiszeitrahmen von 10 ms beibehalten wird, in jedem Rahmen vier aktive Zeitschlitzte jeweils für uplink und für downlink bereitstehen, zwischen denen jeweils Blind-Zeitschlitzte gesendet werden. Die vier aktiven Zeitschlitzte haben jeweils eine Länge von 833 µs, während die Blind-Zeitschlitzte jeweils eine Länge von 417 µs aufweisen. Bei diesem Aufbau kann weiterhin die Frequenzprogrammierung für das Frequency Hopping im nächsten folgenden aktiven Zeitschlitz am Ende des vorausgehenden aktiven Zeitschlitzes durchgeführt werden. Während den Blind-Zeitschlitzes

schlitzen kann dabei die programmierte Anfangsfrequenz im nächsten aktiven Zeitschlitz eingestellt werden.

Als Vorteil des Frequency Hopping Spread Spectrum-Systems  
5 ist zu nennen, daß durch das Bereitstellen einer großen Anzahl von Trägerfrequenzen das System unempfindlicher gegen Störungen wird. Darüber hinaus erhöht sich die Abhörsicherheit des Systems gegenüber Dritten, da der Dritte in der Regel nicht weiß, auf welche Trägerfrequenz nach einem gewissen Zeitraum gewechselt wird.  
10

Die Sequenz an Trägerfrequenzen, die zur Übertragung nacheinander verwendet werden, wird durch einen Algorithmus ermittelt. Ein solcher Algorithmus ist in identischer Weise in  
15 der Feststation sowie jeder Mobilstation der Mobilfunkübertragung implementiert. Wenn somit ein Mobilteil mit der zugehörigen Feststation synchronisiert ist, werden das Mobilteil und die Feststation synchron miteinander die durch die Sequenz des Algorithmus vorgegebenen Trägerfrequenzwechsel  
20 vornehmen.

Probleme treten auf, wenn die Zahl der nutzbaren Trägerfrequenzen zeitlich nicht konstant ist. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn eine als gestört erkannte Trägerfrequenz während einem bestimmten Zeitraum gesperrt und somit nicht zur Verwendung freigegeben ist, und beispielsweise nach einem bestimmten Zeitraum wieder zur Verwendung freigegeben wird. Auch bei einer solchen zeitlich schwankenden Anzahl an nutzbaren Trägerfrequenzen muß sichergestellt sein, daß beispielsweise die oben genannten FCC part 15-Vorschriften eingehalten werden.  
25  
30

Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Übertragen von Informationen in verschiedenen Trägerfrequenzen mittels einem Frequenzsprungverfahren bereitzustellen, bei denen ein einfaches und ef-  
35

fektives Bereitstellen der Trägerfrequenzen gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung  
5 zur Übertragung von Informationen in verschiedenen Trägerfrequenzen mittels einem Frequenzsprungverfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

10

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Tabelle mit einer Anzahl von N möglichen Trägerfrequenzwerten fx in Adressen 1 bis N der Tabelle bereitgestellt, wobei die N möglichen Trägerfrequenzwerte in N Untergruppen angeordnet sind. Weiterhin wird eine Sequenz von Zufallswerten erzeugt, auf deren Basis die Trägerfrequenzwerte innerhalb jeder Untergruppe aus den entsprechenden Adressen ausgelesen werden. Die Untergruppen werden dabei in einer bestimmten Reihenfolge ausgelesen. Es wird somit ein Teil M der N Trägerfrequenzwerte  
15 x aus der Tabelle ausgelesen, wobei  $M \leq N$  ist. Danach werden Informationen bzw. Daten in den entsprechenden Trägerfrequenzen übertragen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw.  
20 das erfindungsgemäße Verfahren kann beispielsweise in einer Mobilstation und/oder in einer Basisstation eines Mobilfunksystems integriert sein.

Die erzeugte Sequenz von Zufallswerten wird in der jeweiligen Untergruppe entsprechende Adressenwerte umgesetzt, mittels denen die Trägerfrequenzwerte aus den jeweiligen Untergruppen der Tabelle ausgelesen werden.  
30

Vorteilhafterweise wird zum Herstellen einer Verbindung, beispielsweise zwischen Mobilfunkeinheiten, wie einer Mobilstation und einer Basisstation, zuerst eine Trägerfrequenz  
35 abgetastet. Dann wird entschieden, ob während einem bestimmten Zeitraum eine bestimmte Nachricht auf dieser Trägerfrequenz empfangen wurde. Falls die Entscheidung negativ ist,

wird eine neue Trägerfrequenz ausgewählt und diese neue Trägerfrequenz abgetastet. Falls die Entscheidung positiv ist, wird die Sequenz von Zufallswerten unter Verwendung der empfangenen bestimmten Nachricht erzeugt. Das ist insbesondere  
5 in einer Mobilstation eines Mobilfunksystems von Vorteil, der von einer Basisstation eine bestimmte Nachricht übermittelt wird, die es der Mobilstation ermöglicht, die Sequenz von Zufallswerten zum Auslesen der Trägerfrequenzwerte an der Adresse zu beginnen, an der sich die Mobilstation eben-  
10 falls gerade befindet. Da in der Mobilstation und in der Basisstation die gleiche Sequenz von Zufallswerten erzeugt wird, wird somit nachfolgend die gleiche Sequenz von Trägerfrequenzwerten aus der Tabelle ausgelesen. Das gleiche Verfahren wird zum Synchronisieren beispielsweise von Mobil-  
15 funkeinheiten verwendet, da hierbei zum Beispiel eine Mobilstation ebenfalls eine Nachricht von der Basisstation benötigt, auf deren Basis sie an der gleichen Stelle der Zufallssequenz fortfahren kann, Trägerfrequenzwerte aus der Tabelle auszulesen.

20 Vorteilhafterweise wird nur ein Teil j von k möglichen Trägerfrequenzwerten aus jeder Untergruppe der Tabelle ausgelesen, wobei die restlichen  $k-j$  Trägerfrequenzwerte in der jeweiligen Untergruppe zum Ersetzen von gestörten Trägerfre-  
25 quenzwerten der j Trägerfrequenzwerte verwendet werden, wo- bei  $k \times n = J$  und  $j \times n = M$  ist.

Vor dem Auslesen auf der Basis der Zufallssequenz können die Trägerfrequenzwerte, die gestörten Trägerfrequenzen entspre-  
30 chen, in jeder Untergruppe der Tabelle aus den  $k-j$  Trägerfrequenzwerten aktualisiert werden. Hierdurch wird sicherge- stellt, daß auch bei einer zeitlich schwankenden Anzahl an nutzbaren Trägerfrequenzen die oben erwähnten FCC part 15 Vorschriften eingehalten werden. Beispielsweise ist  $N = 96$   
35 und  $M = 78$  für den Fall der FCC part 15. Damit können dann  $n = 6$  Untergruppen vorgesehen sein, wobei  $k = 16$  und  $j = 13$  sind. Im Falle einer Mobilstation kann diese beispielsweise

von einer Basisstation, in der gestörte Trägerfrequenzen erfaßt wurden, eine Nachricht erhalten, welche Trägerfrequenzen gestört sind. Auf der Basis dieser Nachricht werden dann die gestörten Trägerfrequenzwerte durch nicht gestörte Trägerfrequenzwerte ersetzt bzw. aktualisiert. Auch in der entsprechenden Basisstation wird die Tabelle in der gleichen Weise aktualisiert. Es ist noch einmal hervorzuheben, daß die Basisstation und die Mobilstation jeweils die identische Tabelle und den identischen Algorithmus zur Erzeugung der Sequenz von Zufallswerten aufweisen. Gestörte Trägerfrequenzwerte können alternativ auch in der Mobilstation erfaßt werden, die dann eine entsprechende Nachricht an die Basisstation sendet.

Die oben erläuterten Verfahrensschritte sind in entsprechenden Einrichtungen in der erfindungsgemäßen Vorrichtung implementiert. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Übertragen von Informationen in verschiedenen Trägerfrequenzen mit einem Frequenzsprungverfahren kann dabei beispielsweise in einer Mobilstation oder in einer Basisstation eines Mobilfunksystems implementiert sein.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels und bezugnehmend auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Mobilfunk-Übertragungssystem mit einer erfindungsgemäßen Feststation,

Fig. 2 einen Zeitrahmen eines Datenübertragungsstandards, wie er bei der vorliegenden Erfindung anwendbar ist,

Fig. 3 detailliert den inneren Aufbau einer erfindungsgemäßen Basisstation,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Frequency Hopping Spread Spectrum-Systems insbesondere auch für den Fall eines Störer-Ausweichmodus, und

5 Fig. 5 zeigt eine Tabelle, die in Untergruppen unterteilt ist, wobei Trägerfrequenzwerte innerhalb jeder Untergruppe zufällig ausgelesen werden,

10 Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm, das ein Verfahren zur Herstellung einer Verbindung bzw. zum Synchronisieren beispielsweise von zwei Mobilfunkeinheiten darstellt,

15 Fig. 7 zeigt eine Tabelle, aus der innerhalb jeder Untergruppe jeweils ein Teil der möglichen Trägerfrequenzwerte ausgelesen wird,

20 Fig. 8 zeigt ein Flußdiagramm, das ein Verfahren zur Synchronisierung bzw. zum Herstellen einer Verbindung beispielsweise von zwei Mobilfunkeinheiten darstellt, bei dem gestörte Trägerfrequenzwerte durch nicht gestörte Trägerfrequenzwerte ersetzt werden,

25 Fig. 9 zeigt eine Tabelle, bei der innerhalb jeder Untergruppe nur jeweils ein Teil der möglichen Trägerfrequenzen zufällig ausgelesen wird, wobei der restliche Teil der nicht ausgelesenen Trägerfrequenzwerte innerhalb jeder Untergruppe zum Ersetzen von gestörten Trägerfrequenzen verwendet wird,

30 Fig. 10 zeigt eine Tabelle, bei der ein gestörter Trägerfrequenzwert des ausgelesenen Teils innerhalb einer Untergruppe durch einen nicht gestörten Trägerfrequenzwert ersetzt ist, und

35 Fig. 11 zeigt eine Tabelle, bei der ein anderer gestörter Trägerfrequenzwert im ausgelesenen Teil der Unter-

gruppe durch einen nicht gestörten Trägerfrequenzwert ersetzt ist.

Bezugnehmend auf Fig. 1 soll zuerst der allgemeine Aufbau einer Mobilfunkübertragung erläutert werden. Wie allgemein üblich, weist die Anordnung zur Funkübertragung von Daten eine Feststation 1 und mehrere Mobilteile (Mobilstationen), kabellose Telefone 2, 3 ... auf. Die Feststation 1 ist mit einer Endstellenleitung 10 mit dem Festnetz verbunden. Zwischen der Feststation 1 und der Endstellenleitung 10 können zur Kommunikation eine Schnittstellenvorrichtung vorgesehen sein, die nicht dargestellt ist. Die Feststation 1 weist eine Antenne 6 auf, mittels der beispielsweise über einen ersten Funkübertragungsweg 8 mit dem Mobilteil 2 oder über einen zweiten Funkübertragungsweg 9 eine Kommunikation mit dem Mobilteil 3 stattfindet. Die Mobilteile 2, 3 ... weisen zum Empfang bzw. zum Senden von Daten jeweils eine Antenne 7 auf. In Fig. 1 ist schematisch der Zustand dargestellt, in dem die Feststation 1 mit dem Mobilteil 2 aktiv kommuniziert und somit Daten austauscht. Das Mobilteil 3 befindet sich hingegen in dem sogenannten Idle Locked Modus, in dem es Stand-By-artig auf einen Anruf von der Feststation 1 wartet. In diesem Zustand kommuniziert das Mobilteil 3 nicht im eigentlichen Sinne mit der Feststation 1, sondern es empfängt von der Feststation 1 vielmehr nur in periodischen Abständen die Daten beispielsweise eines Zeitschlitzes, um seine Trägerfrequenzen fx nachsynchronisieren zu können.

Der interne Aufbau der Feststation 1 ist in Fig. 1 schematisch dargestellt. Die Sprachinformationsdaten werden einem HF-Modul 4 zugeführt, das von einer Trägerfrequenz-Sequenzeinheit angesteuert wird. Der genaue Aufbau einer erfundungsgemäßen Feststation 1 wird später beschrieben.

Bezugnehmend auf Fig. 2 soll nunmehr ein Übertragungsstandard erläutert werden, wie er bei der vorliegenden Erfahrung verwendet werden kann. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, werden

auf mehreren Trägerfrequenzen fx, von denen zehn dargestellt sind, zeitlich nacheinander Daten in mehreren Zeitschlitten, im dargestellten Fall 24 Zeitschlitte Zx, in einem Zeitmultiplex-Verfahren TDMA (Time Division Multiple Access) übertragen. Im dargestellten Fall wird dabei im Wechselbetrieb (Duplex) gearbeitet, d. h., nachdem die ersten zwölf Zeitschlitte Zx gesendet worden sind, wird auf Empfang geschaltet, und es werden in der Gegenrichtung die zweiten zwölf Zeitschlitte (Z13 bis Z24) von der Feststation empfangen.

10

Für den Fall, daß der sogenannte DECT-Standard zur Übertragung verwendet wird, beträgt die zeitliche Dauer eines Zeitrahmens 10 ms, und es sind 24 Zeitschlitte Zx vorgesehen, nämlich zwölf Zeitschlitte für die Übertragung von der Feststation zu Mobilteilen und weitere zwölf Zeitschlitte Zx zur Übertragung von den Mobilteilen zu der Feststation. Gemäß dem DECT-Standard sind zehn Trägerfrequenzen fx zwischen 1,88 GHz und 1,90 GHz vorgesehen.

20 Natürlich eignen sich auch andere Rahmenstrukturen zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung, wie beispielsweise solche, bei denen die Zahl der Zeitschlitte pro Rahmen im Vergleich zu dem DECT-Standard halbiert ist.

25 Die vorliegende Erfindung findet insbesondere Anwendung für Übertragungen im sogenannten 2,4 GHz-ISM (Industrial, Scientific, Medical)-Frequenzband. Das allgemein zugängliche ISM-Frequenzband weist eine Bandbreite von 83,5 MHz auf. Über diese 83,5 MHz müssen gemäß der Vorschrift FCC part 15 mindestens 75 Trägerfrequenzen verteilt sein. Besonders vorteilhaft ist eine Aufteilung der Bandbreite von 83,5 MHz auf 96 Trägerfrequenzen, d. h. ein Kanalabstand von 864 kHz. Die oben genannten Frequenzbänder und Standards sind rein als Beispiel genannt. Grundsätzliche Voraussetzung für eine Anwendbarkeit bei der vorliegenden Erfindung ist es lediglich, daß ein sogenanntes Frequency Hopping Spread Spectrum verwendet wird, d.h. daß mehrere Trägerfrequenzen zur Verfügung

stehen, und daß die zur Übertragung gewählte Trägerfrequenz von Zeit zu Zeit gewechselt wird. Für einen solchen Wechsel ist Voraussetzung, daß die Daten in Zeitschlitten  $Z_x$  übertragen werden (Zeitmultiplex-Verfahren). Geeignet ist also 5 beispielsweise der DECT-Standard sowie jeder andere abgewandelte und auf diesem DECT-Standard basierende Standard.

Bezugnehmend auf Fig. 3 soll nun der innere Aufbau einer erfindungsgemäßen Feststation 1 näher erläutert werden. Wie in 10 Fig. 3 zu sehen, werden dem HF-Modul 4 Informationsdaten zugeführt, wenn von der Feststation 1 zu einem Mobilteil 2, 3... mittels der Antenne 6 gesendet werden soll und von dem HF-Modul 4 werden Informationsdaten ausgegeben, wenn Daten von Mobilteilen empfangen werden. Das HF-Modul 4 moduliert 15 die digitalen codierten Informationsdaten auf eine Trägerfrequenz  $f_x$ . Die aktuell zu verwendende Trägerfrequenz  $f_x$  wird dabei von einer Trägerfrequenz-Sequenzeinheit vorgegeben, die allgemein mit 20 bezeichnet ist. In der Trägerfrequenz-Sequenzeinheit 20 ist eine Erfassungseinrichtung 24 vorgesehen, der das demodulierte Signal von dem HF-Modul 4 20 zugeführt wird. Störung bedeutet dabei, daß entweder eine Störung im eigentlichen Sinne oder eine Belegung durch einen anderen Sender vorliegt. Eine Störung im Sinne der vorliegenden Beschreibung kann also dadurch erfaßt werden, daß 25 ein empfangenes Signal auf einer Trägerfrequenz demoduliert wird und erfaßt wird, ob auf dieser Trägerfrequenz ein Signalpegel vorliegt oder nicht. Eine gestörte Trägerfrequenz ist also eine solche Trägerfrequenz, auf die ein Signal aufmoduliert ist, das einen bestimmten Schwellenwert über- 30 schreitet.

Alternativ kann zur Sperrung der A-CRC-Wert, der X-CRC-Wert, ein Synchronisationsverlust oder der RSSI-Wert herangezogen werden.

35

Die Erfassungseinrichtung 24 bestimmt also beispielsweise anhand des demodulierten Signals von dem HF-Modul 4, wie

hoch der auf eine bestimmte Trägerfrequenz fx aufmodulierte Signalanteil ist. Falls der erfaßte Signalanteil über einem vorbestimmten Grenzwert liegt, gibt die Erfassungseinrichtung 24 ein Störungs-Erfassungssignal zu einer Sperr-/Freigabeeeinheit 21. Abhängig von dem Störer-Erfassungssignal von der Erfassungseinrichtung 24 gibt die Sperr-/Freigabeeeinheit 21 eine Sperrung-/Freigabeinformation zu einem Prozessor 23. Diese Sperr-/Freigabeinformation zeigt an, welche der Trägerfrequenzen fx aufgrund der Erfassung einer Störung durch 10 die Erfassungseinrichtung 24 gesperrt bzw. wieder freigegeben sind, wie später erläutert werden wird.

Mittels der Erfassungseinrichtung 24 und der Sperr-/Freigabeeeinrichtung 21 wird also eine unabhängige Prozedur geschaffen, durch die gestörte Frequenzen gesperrt und wieder freigegeben werden können. Neben den Sperr-Freigabeinformationen von der Sperr-/Freigabeeeinheit 21 wird dem Prozessor 23 eine Sequenz von einem Zufallsgenerator 22 zugeführt. Aufgrund eines in dem implizierten Zufallsalgorithmus erzeugt der Zufallsgenerator 22 eine zufällig verteilte Abfolge an Trägerfrequenz-Werten innerhalb des nutzbaren Frequenzbandes. Der Zufallsgenerator 22 führt somit eine von der Prozedur der Frequenzsperrung für den Fall einer Störung unabhängige Prozedur aus. Der Prozessor 23 gibt schließlich 25 ein Ansteuersignal zu dem HF-Modul 4, das den zu verwendenden Trägerfrequenz-Wert dem HF-Modul 4 vorgibt.

Der Prozessor 23 weist eine in einem Speicher vorgesehene Tabelle 25 auf, deren Funktion und Verwaltung später erläutert werden.

Bezugnehmend auf Fig. 4 soll nun die Betriebsweise einer Feststation 1 bzw. das Verfahren näher erläutert werden. Wie in Fig. 4 dargestellt, wird beispielsweise während eines 35 Rahmens Rx einer mobilen Funkübertragung eine Trägerfrequenz f1 verwendet, wie in Fig. 4 schraffiert dargestellt ist. Diese Frequenz f1 ist also der erste Wert der durch den Zu-

fallsgenerator 22 erzeugten Sequenz, der dem Prozessor 23 zugeführt wird, der wiederum dementsprechend das HF-Modul 4 ansteuert. Für den Rahmen R2 sei angenommen, daß der Zufallsgenerator 22 aufgrund seiner berechneten Frequenz einen Frequenzsprung P1 auf eine Trägerfrequenz f3 vorschreibt.

Nunmehr sei der Fall angenommen, daß die Erfassungseinrichtung 24 beispielsweise bei einer vorherigen Übertragung erfaßt hat, daß die Trägerfrequenz f<sub>2</sub> gestört ist, und die Erfassungseinrichtung 24 also ein dementsprechendes Störsignal an die Sperr-/Freigabeeinheit 21 gegeben hat, die wiederum eine Sperrung der Frequenz f<sub>2</sub> der dem Prozessor 23 angezeigt hat. Weiterhin sei angenommen, daß der Zufallsgenerator 22 anhand seiner ermittelten Sequenz für den Rahmen R3 die zuvor als gestört erfaßte Trägerfrequenz f<sub>2</sub> vorschreibt. Ausgehend von der Koinzidenz der vorgeschriebenen Trägerfrequenz f<sub>2</sub> gemäß der Sequenz des Zufallsgenerators 22 und gleichzeitig des Sperrssignals von der Sperr-/Freigabeeinheit 21 für dieselbe Trägerfrequenz f<sub>2</sub> ersetzt nun der Prozessor 23 die eigentlich vorgeschriebene, aber als gestört erfaßte Trägerfrequenz f<sub>2</sub> für den Rahmen R3 durch eine von der Erfassungseinrichtung 24 als nicht gestört erfaßte Trägerfrequenz, beispielsweise die Trägerfrequenz f<sub>4</sub>, wie durch den Frequenzsprung-Pfeil P3 angezeigt ist. Anstelle der eigentlich durch die Sequenz vorgeschriebenen Trägerfrequenz f<sub>2</sub> wird also das HF-Modul 4 auf die Ersatz-Trägerfrequenz f<sub>4</sub> angesteuert. Durch Ersetzen der als gestört erfaßten Trägerfrequenz wird also eine modifizierte Sequenz an Trägerfrequenzen geschaffen. Die modifizierte Sequenz weist dabei nur ungestörte Trägerfrequenzen auf. Dadurch, daß eine als gestört erfaßte Trägerfrequenz ersetzt wird und nicht übersprungen wird durch Übergang zur folgenden Trägerfrequenz, werden die Positionen der ungestörten Trägerfrequenzen in der modifizierten Sequenz im Vergleich zur ursprünglichen Sequenz nicht verändert.

Grundlage dieser modifizierten Sequenz bestehend nur aus ungestörten Trägerfrequenzen fx sind also zwei überlagerte, voneinander unabhängige Prozeduren (Zufallsgenerator 22 bzw. Sperr-/Freigabeeinheit 21). Diese Sperrung kann von der

5 Sperr-/Freigabeeinheit 21 wieder aufgehoben werden, sobald eine neuerliche Erfassung durch die Erfassungseinrichtung 24 anzeigt, daß die ehemals gestörte Trägerfrequenz nunmehr nicht mehr gestört ist. Für diesen Fall gibt die Sperr-/Freigabeeinheit 21 ein Freigabesignal zu dem Prozessor 23,

10 das anzeigt, daß der Prozessor 23 die ehemals gestörte Trägerfrequenz nunmehr nicht mehr durch eine andere Trägerfrequenz ersetzen muß.

Alternativ kann die Sperr-/Freigabeeinheit 21 automatisch

15 ohne neuerliche Erfassung durch die Erfassungseinrichtung 24 ein Freigabesignal an den Prozessor 23 ausgeben, sobald eine vorbestimmte Zeitdauer abgelaufen ist. Jede der genannten Prozeduren gewährleistet also für sich, daß das gesamte vorgegebene Frequenzspektrum gleich verteilt genutzt wird.

20 Durch die Anpassung der Zeiten in der Prozedur zum Sperren von Frequenzen können somit Normen eingehalten werden.

Als Beispiel für eine solche Norm sei die US-Vorschrift FCC part 15 genannt. Diese Vorschrift schreibt vor, daß bei einem Frequency Hopping Spread Spectrum Systems innerhalb eines Zeitraums von 30 Sekunden mindestens 75 unterschiedliche Frequenzen genutzt werden müssen. Dabei darf jede Frequenz in 30 Sekunden maximal 0,4 Sekunden lang genutzt werden. Darüber hinaus müssen im Durchschnitt alle Frequenzen gleich

25 30 verteilt genutzt werden.

Die Feststation 1 ist der Master bei der Frequenzzuweisung, d. h. zu Beginn eines Verbindungsaufbaus wird der Zufallszahlengenerator in einem Mobilteil mit dem Zustand des Zufallszahlengenerators 22 der Feststation 1 initialisiert. Anschließend erzeugen die Zufallszahlengeneratoren im Mobilteil 2, 3 ... und in der Feststation 1 synchron im Rah-

mentakt und autonom voneinander die gleichen Trägerfrequenzwerte.

Das Mobilteil weist im wesentlichen den gleichen Aufbau auf  
5 wie die Feststation 1. Das Mobilteil umfaßt ebenso wie die Feststation 1 eine Trägerfrequenz-Sequenzeinheit 20 mit einem Zufallszahlengenerator 22 und einem Prozessor 23, der eine Tabelle 25 enthält. Die Tabelle 25 ist mit der Tabelle 25 der Feststation 1 identisch. Die Mobilstation weist jedoch nicht die Erfassungseinrichtung 24 und die Sperr-/Freigabeeinrichtung 21 auf. Gestörte Trägerfrequenzen werden nur in der Feststation bzw. Basisstation erfaßt und den entsprechenden Mobilstationen mitgeteilt. Eine Erfassung von gestörten Trägerfrequenzen kann auch in den Mobilstationen stattfinden, wobei in diesem Fall die Mobilstationen den in  
10 15 Fig. 3 gezeigten Aufbau aufweisen. Das Verfahren zum Übertragen von Informationen bzw. Daten in den entsprechenden Trägerfrequenzen in der Mobilstation entspricht dem entsprechenden Verfahren in der Basisstation.

20 Die Prozedur zur Frequenzsperrung, die durch die Erfassungseinrichtung 24 und die Sperr-/Freigabeeinheit 21 ausgeführt wird, verwendet während der gesamten Verbindungszeit zwischen der Feststation 1 und einem Mobilteil 2, 3 ... ein  
25 unidirektionales Protokoll auf der Luftschnittstelle. Wird von der Erfassungseinrichtung 24 eine der endmöglichen Frequenzen fx von der Feststation 1 als gestört befunden, so teilt also die Feststation 1 allen Mobilteilen, mit denen es aktive Verbindungen betreibt, mit, daß diese gestörte Frequenz, wenn sie durch die Frequenz des Zufallszahlengenerators erzeugt wird, durch eine andere, als nicht gestört erfaßte Trägerfrequenz zu ersetzen ist. Die Frequenzsperrung wird von der Sperr-/Freigabeeinheit 21 wieder zurückgenommen, wenn die gesperrte Trägerfrequenz zur Übertragung wie  
30 35 der geeignet ist bzw. wenn sie länger als eine vorher definierte Zeit gesperrt war.

In Fig. 3 ist zu sehen, daß dem Prozessor 23 eine beispielsweise in einem Speicher vorgesehene Tabelle 25 zugeordnet ist. Bezugnehmend auf Fig. 3 sowie auf Fig. 5 bis Fig. 11 soll nun erläutert werden, wie erfindungsgemäß die Trägerfrequenzen  $f_x$  bereitgestellt werden. Wie in Fig. 5 ersichtlich, werden sämtliche insgesamt zur Verfügung stehenden Trägerfrequenzen  $f_x$ , beispielsweise 96, in eine Tabelle 25 eingetragen.

10 Wie in Figur 5 zu erkennen ist, sind die Trägerfrequenzwerte  $f_1$  bis  $f_{96}$  in ihrer numerischen Reihenfolge in entsprechenden Adressen 1 bis 96 der Tabelle 25 eingetragen. Diese Reihenfolge der Trägerfrequenzwerte  $f_x$  ist jedoch nur als Beispiel gedacht. Die Trägerfrequenzwerte  $f_x$  können beispielsweise  
15 auch in einer anderen Reihenfolge in der Tabelle 25 gespeichert sein.

In den Figuren 5 und 6 wird das zufällige Auslesen der Trägerfrequenzwerte  $f_x$  aus der Tabelle 25 unter der Annahme erläutert, daß alle zur Verfügung stehenden N Trägerfrequenzwerte  $f_x$  zur Übertragung von Daten verwendet werden und keine Störung vorliegt. In Fig. 5 ist die in dem Prozessor 23 gespeicherte Tabelle 25 dargestellt. Jeder Adresse 1 bis 96 ist eine entsprechende Trägerfrequenz  $f_x$  zugeordnet, wobei  
25 alle 96 verwendeten Trägerfrequenzwerte  $f_x$  unterschiedlich sind. Die Tabelle 25 wird, wie in Fig. 5 angedeutet ist, in n Untergruppen unterteilt. Im dargestellten Beispiel, in dem die Tabelle  $N = 96$  Trägerfrequenzwerte enthält, kann die Tabelle 25 dabei in  $n = 6$  Untergruppen zu je  $k$  gleich 16 Trägerfrequenzwerten unterteilt sein. Innerhalb jeder Untergruppe werden die Trägerfrequenzwerte auf der Basis der von dem Zufallsgenerator 22 erzeugten Zufallssequenz zufällig ausgelesen. Die  $n$  Untergruppen der Tabelle 25 werden dabei  
30 in einer bestimmten Reihenfolge ausgelesen, beispielsweise in der Reihenfolge 1. Untergruppe, 3. Untergruppe, 5. Untergruppe, 6. Untergruppe, 4. Untergruppe und zuletzt die 2. Untergruppe. Die angegebene Reihenfolge hat Vorteile hin-

sichtlich der Frequenzsprünge. Sie liefert einen maximalen Frequenzsprung von 47 Trägerfrequenzwerten ( $3 \times 16 - 1$  Trägerfrequenzwerte), wobei die minimale Frequenzsprungentfernung 17 Trägerfrequenzwerte ( $16 + 1$  Trägerfrequenzwerte) beträgt.

5 Die Trägerfrequenzwerte  $f_x$  werden auf der Basis einer von dem Zufallszahlengenerator 22 erzeugten Zufallszahlensequenz in die  $n$  Untergruppen der Tabelle 25 eingeschrieben. Dabei wird eine Zufallssequenz von Trägerfrequenzwerten zuerst in  
10 die erste Untergruppe eingeschrieben, bis diese voll ist, dann in die zweite Untergruppe usw.. Die Trägerfrequenzwerte  $f_x$  werden während der Datenübertragung innerhalb jeder Untergruppe zufällig ausgelesen, wobei die Untergruppen in einer bestimmten, z.B. der oben erwähnten Reihenfolge nacheinander ausgelesen werden. Die ausgelesenen Trägerfrequenzwerte werden im HF-Modul 4 in entsprechende Trägerfrequenzen  
15 umgesetzt und zum Übertragen von Daten bzw. Informationen verwendet. Die bestimmte Reihenfolge, in der die Untergruppen nacheinander aus der Tabelle 25 ausgelesen werden, kann neben der oben beschriebenen Reihenfolge jede geeignete andere Reihenfolge sein. Die in der Tabelle 25 gespeicherten Trägerfrequenzwerte  $f_1 - f_{96}$  sind fest in der jeweiligen Mobilfunkeinheit gespeichert, wobei jede Basisstation eines  
20 Mobilfunksystems eine ihr ausschließlich zugeordnete feste Tabelle 25 aufweisen kann. Die entsprechenden Mobilstationen haben jeweils die gleiche Tabelle 25 mit den identisch angeordneten Trägerfrequenzwerten. Die in den Tabellen der Figuren 5, 7 und 9 bis 10 dargestellten Tabellen 25 sind dabei lediglich Beispiele. Die Trägerfrequenzwerte  $f_x$  können in  
25 30 jeder beliebigen anderen Reihenfolge angeordnet sein.

Zur Erzeugung der Zufallssequenz in dem Zufallszahlengenerator kann beispielsweise ein Schieberegister oder dergleichen verwendet werden.

35 In Fig. 6 wird durch das dargestellte Flußdiagramm das Verfahren zum Synchronisieren bzw. zum Herstellen einer Verbin-

dung von 2 Mobilfunkeinheiten, beispielsweise einer Mobilstation und einer Basisstation erläutert. Jeder der in dem Flußdiagramm von Fig. 6 dargestellten Verfahrensschritte ist in einer entsprechenden Einrichtung im Prozessor 23 implementiert. Das gleiche gilt auch für die im Flußdiagramm von Fig. 8 dargestellten Verfahrensschritte.

Beim Synchronisieren bzw. beim Herstellen einer Verbindung von zwei Mobilfunkeinheiten wird zuerst eine Trägerfrequenz 10  $f_x$  in einem Schritt 26 in einer entsprechenden Einrichtung abgetastet. Die abgetastete Trägerfrequenz entspricht dabei einem der in der Tabelle 25 gespeicherten Trägerfrequenzwerte  $f_x$ . In einem Schritt 27 wird in einer entsprechenden Einrichtung entschieden bzw. festgestellt, ob eine bestimmte 15 Nachricht auf der ausgewählten Trägerfrequenz empfangen wurde. Die bestimmte Nachricht kann dabei beispielsweise eine  $N_t$ -Nachricht im A-Feld des DECT-Standards sein. In anderen Standards können andere entsprechende Nachrichten verwendet werden. Wird im Schritt 27 festgestellt, daß die bestimmte 20 Nachricht nicht empfangen worden ist, wird in einem Schritt 28 in einer entsprechenden Einrichtung überprüft, ob eine bestimmte Zeitdauer  $t$  verstrichen ist. Ist die bestimmte Zeitdauer  $t$  nicht verstrichen, so wird das Abtasten der ausgewählten Trägerfrequenz im Schritt 26 fortgeführt. Ist die 25 Zeitdauer  $t$  verstrichen, so wird in einem Schritt 29 in einer entsprechenden Einrichtung einen neuen Trägerfrequenz ausgewählt. Die neue Trägerfrequenz wird entsprechend in dem Schritt 26 abgetastet. Die beiden Schritte 27 und 28 können dabei auch in einer einzigen Einrichtung gleichzeitig durchgeführt werden. Die neue Trägerfrequenz wird dabei vorteilhafterweise aus einer anderen Untergruppe als die erste abgetastete Trägerfrequenz ausgewählt.

Fällt die Entscheidung im Schritt 27 positiv aus, d.h. wird 35 festgestellt, daß die bestimmte erwartete Nachricht auf der Trägerfrequenz empfangen wurde, wird in einem Schritt 30 in einer entsprechenden Einrichtung die durch den Zufallszah-

lengenerator 22 fest vorgegebene Zufallszahlensequenz erzeugt. Die bestimmte empfangene Nachricht wird dabei dazu verwendet, das Erzeugen der Zufallszahlensequenz in dem Zufallszahlengenerator 22 an der Position zu starten, an der sich die Mobileinheit, von der die bestimmte Nachricht empfangen wurde, gerade befindet. Das ist notwendig, um sicherzustellen, daß die beiden datenaustauschenden Mobilfunkeinheiten zueinander synchronisiert sind und synchron miteinander die Zufallssequenz von Trägerfrequenzen von Daten verwenden. Im Schritt 30 wird somit die Zufallszahlensequenz ab der durch die bestimmte Nachricht vorgegebenen Position erzeugt und zum Auslesen von Trägerfrequenzwerten ausgehend von der entsprechenden Adresse in der Tabelle 25 verwendet. Das Auslesen von Trägerfrequenzwerten fx erfolgt in einem Schritt 31 in einer entsprechenden Einrichtung im Prozessor 23 der entsprechenden Mobilfunkeinheit. Die Zufallszahlenwerte, die von dem Zufallszahlengenerator 22 erzeugt werden, werden dabei jeweils in 18 Adressenwerte umgesetzt, beispielsweise für die erste Untergruppe in Adressenwerte 1 bis 16, mittels denen die Trägerfrequenzwerte fx zufällig aus der Tabelle 25 ausgelesen werden.

In Fig. 7 ist eine Tabelle 25 dargestellt, bei der nur ein Teil  $M = 78$  der insgesamt  $N = 96$  Trägerfrequenzwerte fx aus entsprechenden Adressen ausgelesen werden. Der restliche Teil  $N-M = 96-78 = 18$  der Trägerfrequenzwerte in der Tabelle 25 wird zum Ersetzen von gestörten Trägerfrequenzen verwendet. Wie unter Bezug auf Fig. 3 erläutert wurde, werden die gestörten Frequenzen zum Beispiel durch die jeweilige Basisstation ermittelt. Die Information über die gestörten Trägerfrequenzen wird den jeweiligen Mobilstationen von der zugeordneten Basisstation mitgeteilt, woraufhin die gestörten Trägerfrequenzen durch nicht gestörte Trägerfrequenzen ersetzt werden.

35

Wie beispielsweise in Fig. 7 dargestellt ist, werden innerhalb jeder Untergruppe  $j = 13$  Trägerfrequenzwerte zufällig

ausgelesen, wobei die restlichen  $k-j = 16-13 = 3$  Trägerfrequenzwerte jeder Untergruppe zum Ersetzen von gestörten Trägerfrequenzen in den  $j$  Trägerfrequenzwerten verwendet werden. In dem dargestellten Beispiel sind die 96 Trägerfrequenzwerte jeder Tabelle 25 in 6 Untergruppen zu je 16 Trägerfrequenzwerten unterteilt. Damit werden Daten bzw. Informationen insgesamt in  $M = j \times n = 13 \times 6 = 78$  Trägerfrequenzen übertragen, so daß die Mindestvorschrift der FCC part 15 erfüllt ist. Die restlichen 18 Trägerfrequenzwerten in den letzten 3 Adressen jeder Untergruppe werden nur dann zur Übertragung verwendet, wenn eine der Trägerfrequenzen der ersten 13 Adressen in jeder Untergruppe von der jeweiligen Basisstation als gestört erkannt und mitgeteilt wird.

15 Selbstverständlich muß dieses Ersetzen von gestörten Trägerfrequenzwerten in der Basisstation und der Mobilstation synchron erfolgen. Das Feststellen gestörter Trägerfrequenzen kann auch in der jeweiligen Mobilstation erfolgen, die eine entsprechende Nachricht an zugeordnete Basisstationen versendet.

Der Zufallszahlengenerator 22 in der Mobilstation und der Basisstation gibt für den in der Fig. 7 dargestellten Fall für jede Untergruppe jeweils eine Zufallszahlensequenz von 25 13 Adressenwerten aus, die zufällig aus der jeweiligen Untergruppe ausgelesen werden. Wie im Fall der in Fig. 5 dargestellten Tabelle 25 werden die Untergruppen dabei in einer bestimmten Reihenfolge ausgelesen, beispielsweise in der in bezug auf die Fig. 5 erläuterten bevorzugten Reihenfolge.

30 Das Verfahren zum Synchronisieren und Herstellen einer Verbindung von einer Mobilstation und einer Basisstation, das in dem Flußdiagramm von Fig. 8 dargestellt ist, entspricht im wesentlichen dem in Fig. 6 dargestellten und in bezug auf 35 diese Figur erläuterten Verfahren. Zur Vermeidung von Wiederholungen sind jeweils gleiche Verfahrensschritte mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

In Fig. 8 ist ein Flußdiagramm dargestellt, das die Verfahrensschritte zum Synchronisieren bzw. zum Herstellen einer Verbindung von einer Mobilstation mit einer Basisstation erläutert, wenn nur 78 Trägerfrequenzwerte  $f_x$  aus der Tabelle 25 ausgelesen werden. Die Schritte 26 bis 30 entsprechen dabei den in der Fig. 6 dargestellten Schritten und sind auch hier in entsprechenden Einrichtungen in dem Prozessor 23 implementiert.

10

Beim Verfahren gemäß Fig. 9 wird nach dem Schritt 30, in dem die Zufallssequenz erzeugt wurde, die Tabelle 25 aktualisiert. Dabei wird, wie oben erwähnt wurde, für jede Untergruppe die Zufallssequenz einzeln erzeugt und jeweils einzeln aus den nicht ausgelesenen beispielsweise letzten drei Adressen aktualisiert. Das bedeutet, daß die Basisstation, wenn sie eine bestimmte Trägerfrequenz in einer Untergruppe als gestört detektiert, in ihrer eigenen Tabelle 25 den entsprechenden Trägerfrequenzwert durch einen nicht gestörten Trägerfrequenzwert aus einer der letzten drei Adressen der Untergruppe ersetzt und diese Information der Mobilstation übermittelt. Die Mobilstation ersetzt den gleichen Trägerfrequenzwert, so daß, da die Tabellen 25 der Basisstation und der Mobilstation identisch sind, die aus der Tabelle 25 ausgelesenen Trägerfrequenzwerte weiterhin genau mit denen der Basisstation übereinstimmen. Die bestimmte Nachricht zum Aktualisieren der Tabelle 25 kann im DECT-Standard beispielsweise die  $P_t$ - oder  $M_t$ -Nachricht des A-Feldes sein. Da die Trägerfrequenzwerte aus jeder Untergruppe vollständig ausgelesen werden, bevor das Auslesen bei der nächsten durch die bestimmte Reihenfolge festgelegten Untergruppe fortgesetzt wird, werden die gestörten Trägerfrequenzwerte jeder Untergruppe aus den nicht ausgelesenen ungestörten Trägerfrequenzwerten dieser Untergruppe ersetzt.

35

In den Figuren 9 bis 11 ist dargestellt, wie gestörte Trägerfrequenzwerte in den ersten 13 Adressen jeder Untergruppe

der Tabelle 25 durch nicht gestörte Trägerfrequenzwerte aus den letzten drei Adressen der jeweiligen Untergruppe ersetzt werden. Fig. 9 zeigt dabei eine Tabelle 25, die der in Fig. 7 dargestellten Tabelle entspricht. Aus der ersten Untergruppe werden die ersten 13 Trägerfrequenzwerte zufällig ausgelesen. Wird beispielsweise von der Basisstation festgestellt, daß die Trägerfrequenz, die dem Trägerfrequenzwert  $f_3$  entspricht, gestört ist, so wird der Trägerfrequenzwert  $f_{16}$  der ersten Untergruppe, der nicht gestört ist, mit dem Trägerfrequenzwert  $f_3$  vertauscht, wie in Fig. 10 dargestellt ist. Damit befindet sich der nicht gestörte Trägerfrequenzwert  $f_{16}$  an der Adresse 3 und der gestörte Trägerfrequenzwert  $f_3$  befindet sich an der Adresse 16. Da immer die ersten 13 Adressen jeder Untergruppe auf der Basis der Zufallssequenz ausgelesen werden, ist somit gewährleistet, daß nur nicht gestörte Trägerfrequenzen zum Übertragen von Daten bzw. Informationen verwendet werden. Wird danach festgestellt, daß die Trägerfrequenz, die dem Trägerfrequenzwert  $f_{13}$  entspricht, gestört ist, und daß der Trägerfrequenzwert  $f_3$  nicht mehr gestört ist, so wird zuerst der Trägerfrequenzwert  $f_3$  auf seine ursprüngliche Adresse 3 zurückgesetzt und der Trägerfrequenzwert  $f_{16}$  wird auf seine ursprüngliche Adresse 16 zurückgesetzt. Daraufhin wird der gestörte Trägerfrequenzwert  $f_{13}$  auf die Adresse 16 gesetzt und der nicht gestörte Trägerfrequenzwert  $f_{16}$  wird auf die Adresse 13 gesetzt, wie in Fig. 11 gezeigt ist. Da die Tabelle fest vorgegeben ist, wird somit sichergestellt, daß die Trägerfrequenzwerte immer an ihren festen Adressen vorhanden sind, außer wenn sie gestört sind.

Die oben beispielhaft verwendeten Werte  $N = 96$  und  $M = 78$  können in anderen Standards durch beliebige andere Werte ersetzt werden. Auch die Anzahl von Trägerfrequenzwerten in jeder Untergruppe und die Anzahl der zufällig ausgelesenen Trägerfrequenzwerte in jeder Untergruppe kann den Erfordernissen des jeweiligen Standards angepaßt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Informationen in verschiedenen Trägerfrequenzen mittels einem Frequenzsprungverfahren, mit den folgenden Schritten:
  - 5 Bereitstellen einer Tabelle (25) mit einer Anzahl von N möglichen Trägerfrequenzwerten  $f_x$  in Adressen 1 bis N der Tabelle, wobei die N möglichen Trägerfrequenzwerte in n Untergruppen angeordnet sind,
  - 10 Erzeugen (22) einer Sequenz von Zufallswerten, Auslesen zumindest eines Teils M der N Trägerfrequenzwerte  $f_x$  aus der Tabelle (25), wobei innerhalb jeder Untergruppe die Trägerfrequenzwerte auf der Basis der erzeugten Sequenz von Zufallswerten aus den entsprechenden Adressen und die 15 Untergruppen in einer bestimmten Reihenfolge ausgelesen werden, wobei  $M \leq N$  ist, und Übertragen (4, 6) von Informationen in den entsprechenden Trägerfrequenzen.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erzeugte Sequenz von Zufallswerten in der jeweiligen Untergruppe entsprechende Adressenwerte umgesetzt wird, mittels denen die Trägerfrequenzwerte aus den jeweiligen Untergruppen der Tabelle (25) ausgelesen werden.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Herstellen einer Verbindung folgende Schritte durchgeführt werden:
  - 30 Abtasten (26) einer Trägerfrequenz, Entscheiden (27), ob während einem bestimmten Zeitraum eine bestimmte Nachricht auf dieser Trägerfrequenz empfangen wurde,
  - 35 falls die Entscheidung negativ ist, Auswählen einer neuen Trägerfrequenz und Abtasten dieser neuen Trägerfrequenz, falls die Entscheidung positiv ist, Erzeugen (30) der Se-

quenz von Zufallswerten unter Verwendung der Nachricht.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,
- 5 daß zum Synchronisieren folgende Schritte durchgeführt werden:  
Abtasten (26) einer Trägerfrequenz,  
Entscheiden (27), ob während einem bestimmten Zeitraum eine  
bestimmte Nachricht auf dieser Trägerfrequenz empfangen  
10 wird,  
falls die Entscheidung negativ ist, Auswählen einer neuen  
Trägerfrequenz und Abtasten dieser neuen Trägerfrequenz,  
falls die Entscheidung positiv ist, Erzeugen (30) der Se-  
quenz von Zufallswerten unter Verwendung der Nachricht.
- 15 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Teil j von k möglichen Trägerfrequenzwerten aus je-  
der Untergruppe der Tabelle (25) ausgelesen wird, wobei die  
20 restlichen k-j Trägerfrequenzwerte in der jeweiligen Unter-  
gruppe zum Ersetzen von gestörten Trägerfrequenzen der j  
Trägerfrequenzwerte verwendet werden, wobei  $k \times n = N$  und  $j$   
 $\times n = M$  ist.
- 25 6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß jede Untergruppe der Tabelle (25) vor dem Auslesen unter  
Ersetzen der Trägerfrequenzwerte, die gestörten Trägerfre-  
quenzen entsprechen, aus den k-j Trägerfrequenzwerten aktua-  
30 lisiert (31) wird.
7. Vorrichtung zur Übertragung von Informationen in ver-  
schiedenen Trägerfrequenzen mittels einem Frequenzsprungver-  
fahren, mit
- 35 einer Einrichtung (23) zum Bereitstellen einer Tabelle (25)  
mit einer Anzahl von N möglichen Trägerfrequenzwerten fx in  
Adressen 1 bis N der Tabelle (25), wobei die N möglichen

Trägerfrequenzwerte in n Untergruppen angeordnet sind, einer Einrichtung (22) zum Erzeugen einer Sequenz von Zufallswerten,

5 einer Einrichtung (23) zum Auslesen zumindest eines Teils M der N Trägerfrequenzwerte fx aus der Tabelle (25), wobei innerhalb jeder Untergruppe die Trägerfrequenzwerte auf der Basis der erzeugten Sequenz von Zufallswerten aus den entsprechenden Adressen und die Untergruppen in einer bestimmten Reihenfolge ausgelesen werden, wobei  $M \leq N$  ist, und

10 einer Einrichtung (4, 6) zum Übertragen von Informationen in den entsprechenden Trägerfrequenzen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,  
gekennzeichnet durch  
15 eine Einrichtung zum Umsetzen der erzeugten Sequenz von Zufallswerten in der jeweiligen Untergruppe entsprechende Adressenwerte, mittels denen die Trägerfrequenzwerte aus den jeweiligen Untergruppen der Tabelle (25) ausgelesen werden.

20 9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Einrichtung zum Herstellen einer Verbindung vorgesehen ist, die umfaßt:  
Mittel (26) zum Abtasten einer Trägerfrequenz,  
25 Mittel (27) zum Entscheiden, ob während einem bestimmten Zeitraum eine bestimmte Nachricht auf dieser Trägerfrequenz empfangen wird,  
wobei, falls die Entscheidung negativ ist, eine neue Trägerfrequenz ausgewählt und diese neue Trägerfrequenz abgetastet  
30 wird, und  
falls die Entscheidung positiv ist, die Sequenz von Zufallswerten unter Verwendung der Nachricht erzeugt wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Einrichtung zum Synchronisieren vorgesehen ist, die umfaßt:

Mittel (26) zum Abtasten einer Trägerfrequenz,  
Mittel (27) zum Entscheiden, ob während einem bestimmten  
Zeitraum eine bestimmte Nachricht auf dieser Trägerfrequenz  
empfangen wird,

5 wobei, falls die Entscheidung negativ ist, eine neue Träger-  
frequenz ausgewählt und diese neue Trägerfrequenz abgetastet  
wird, und  
falls die Entscheidung positiv ist, die Sequenz von Zufalls-  
werten unter Verwendung der Nachricht erzeugt wird.

10

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Einrichtung (13) zum Auslesen einen Teil j von k  
möglichen Trägerfrequenzwerten aus jeder Untergruppe der Ta-  
15 belle ausliest, wobei die restlichen  $k-j$  Trägerfrequenzwerte  
in der jeweiligen Untergruppe zum Ersetzen von gestörten  
Trägerfrequenzen der j Trägerfrequenzwerte verwendet werden,  
wobei  $k \times n = N$  und  $j \times n = M$  ist.

20 12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
gekennzeichnet durch  
eine Einrichtung (32) zum Aktualisieren, die jede Unter-  
gruppe der Tabelle vor dem Auslesen unter Ersetzen der Trä-  
gerfrequenzwerte, die gestörten Trägerfrequenzen entspre-  
25 chen, aus den  $k-j$  Trägerfrequenzwerten aktualisiert.

1/5

FIG 1

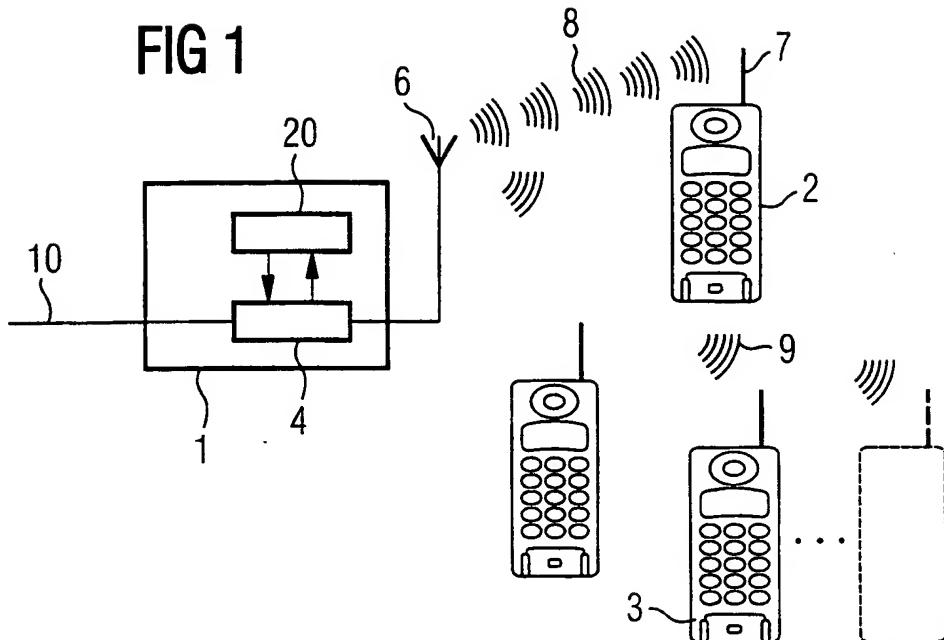
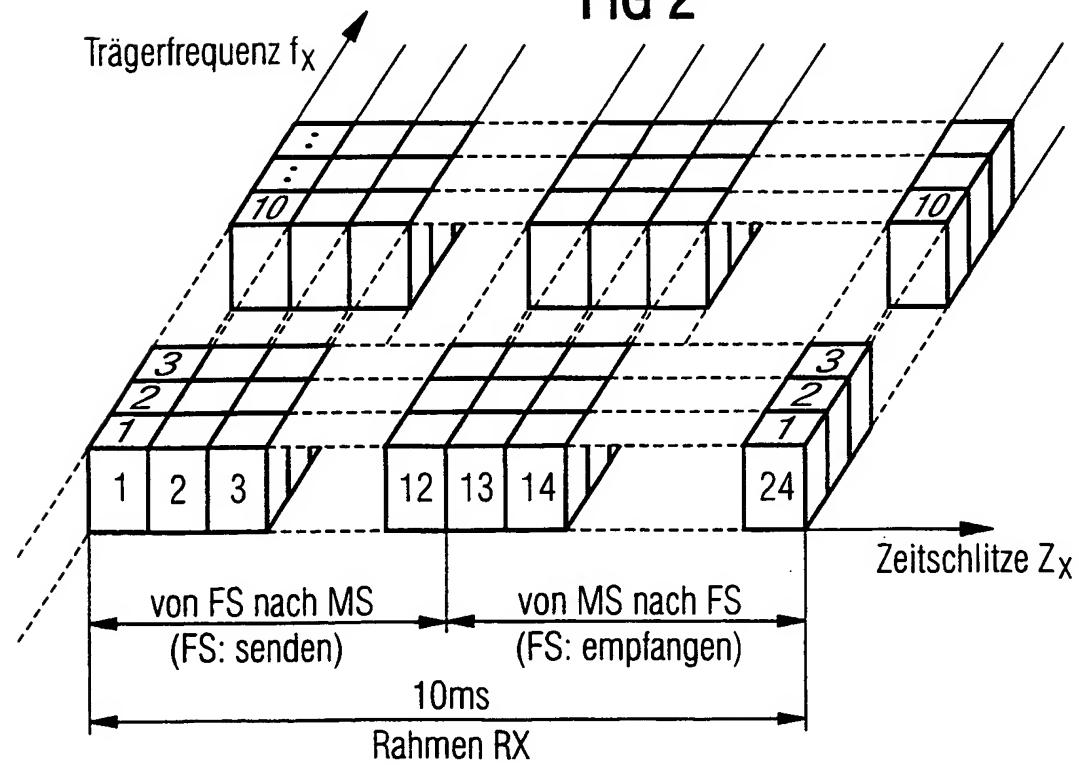
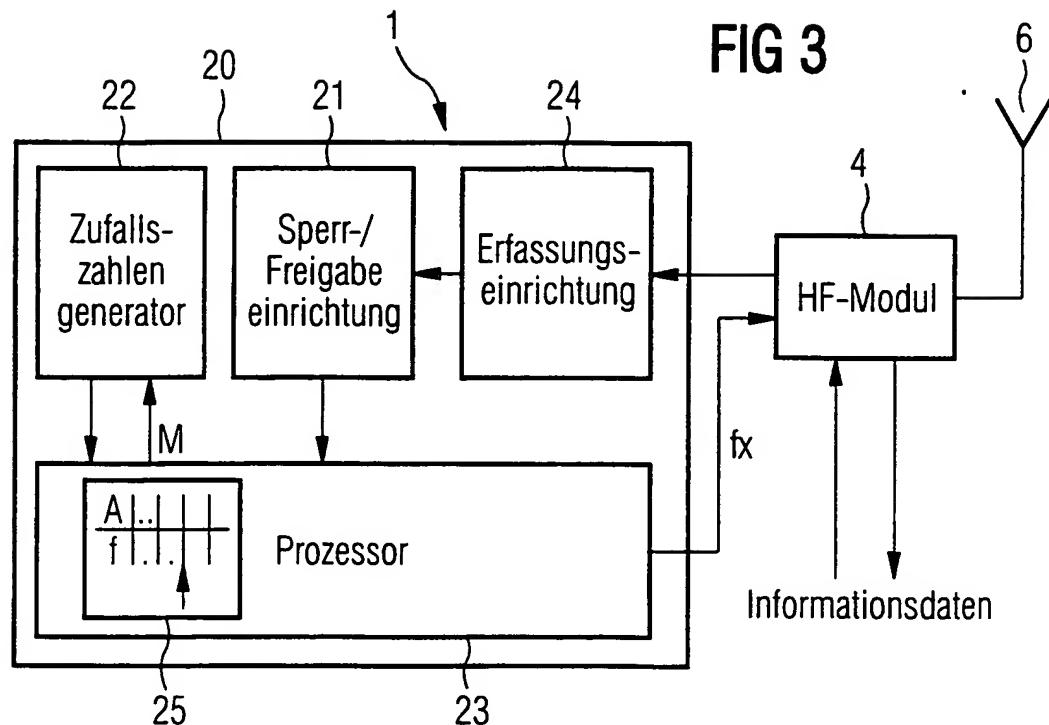
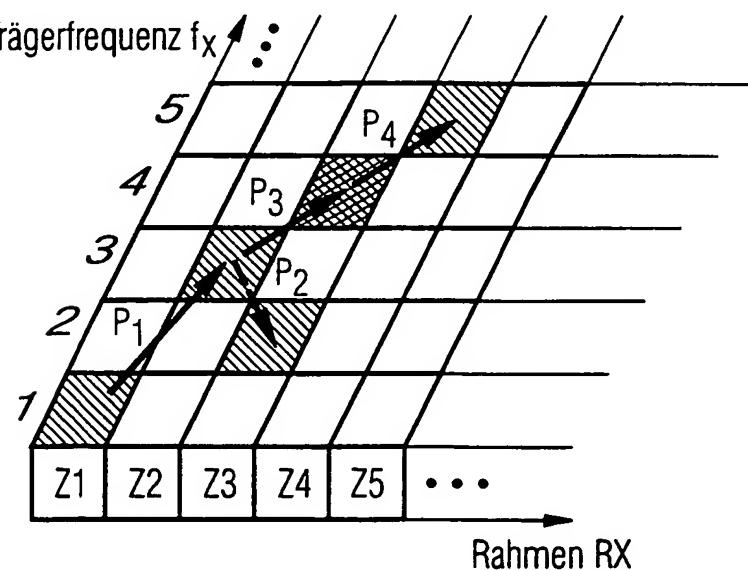


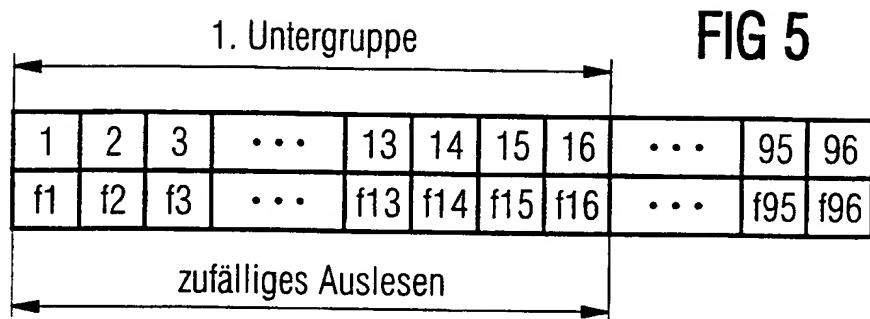
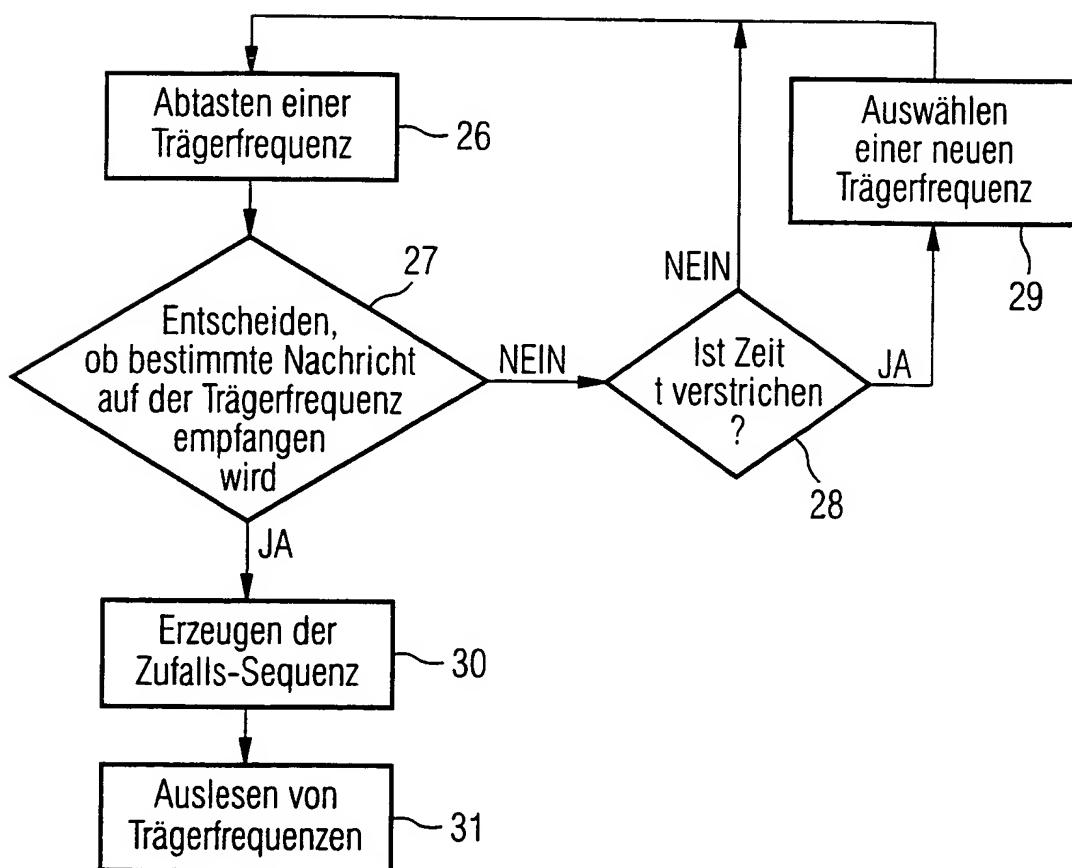
FIG 2



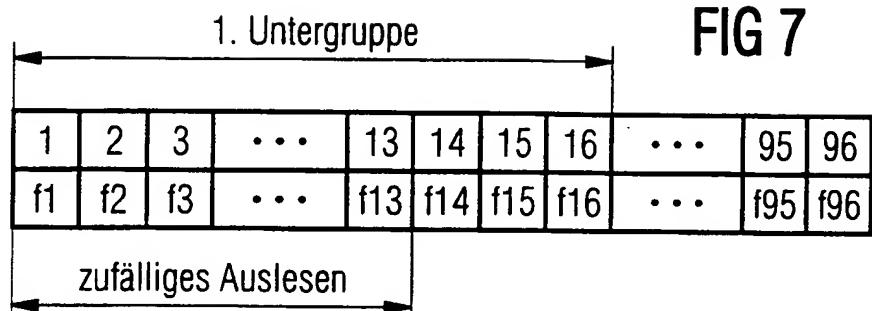
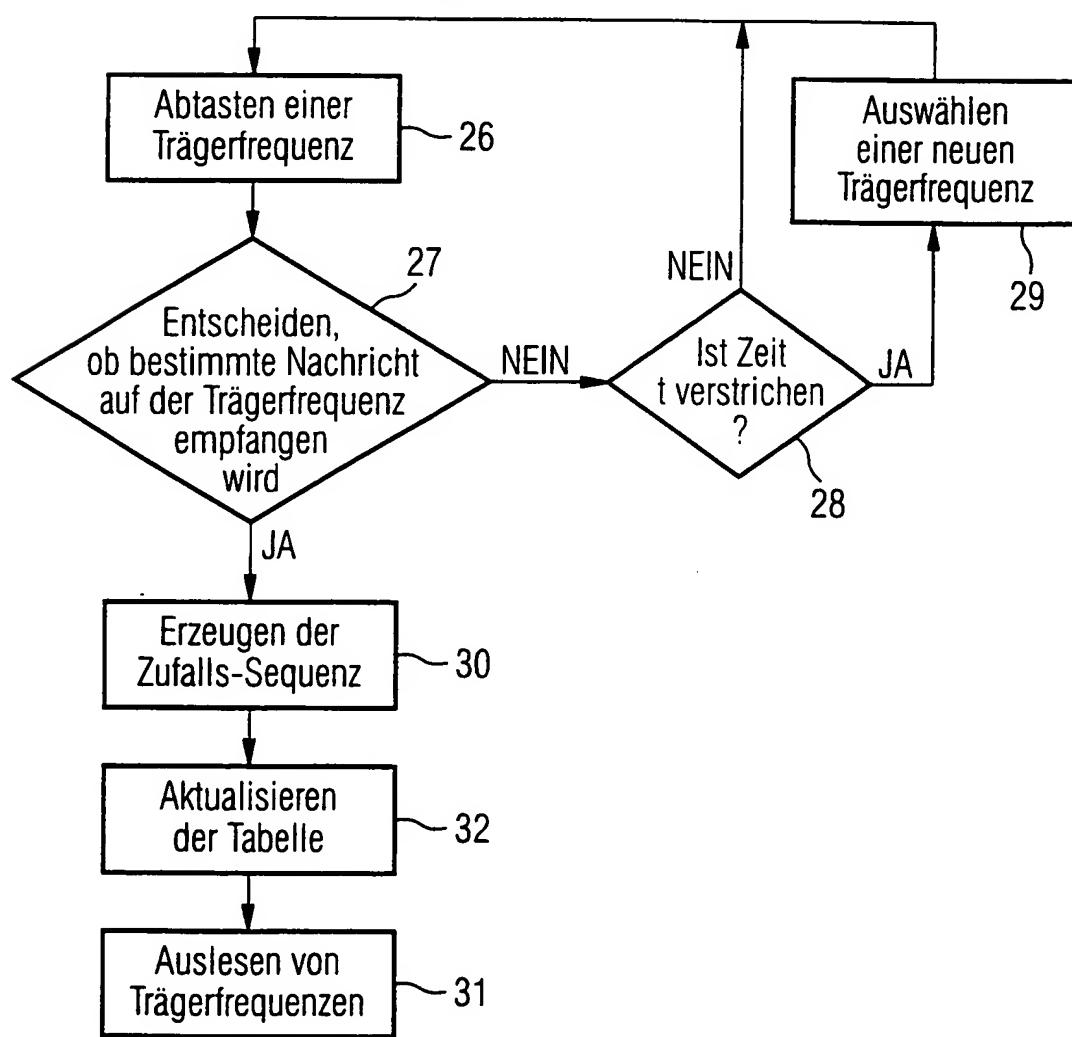
2/5

**FIG 4**

3/5

**FIG 6**

4/5

**FIG 8**

**FIG 9**

I. Unterguppe										II. Unterguppe	
1	2	3	...	13	14	15	16	...	95	96	
f1	f2	f3	...	f13	f14	f15	f16	...	f95	f96	
zufälliges Auslesen											

**FIG 10**

**FIG 11**

I. Untergruppe										II. Untergruppe	
1	2	3	...	13	14	15	16	...	95	96	
f1	f2	f3	...	f16	f14	f15	f13	...	f95	f96	
zufälliges Auslesen											

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/01684

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H04B1/713 H04J13/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04B H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 182 762 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 28 May 1986 see abstract see page 3, line 17 - line 24 see page 4, line 1 - line 14 see page 6, line 29 - line 32; claim 1; figure 2 ---	1,2,5-8, 11,12
Y	GB 2 228 163 A (TRT TELECOM RADIO ELECTR) 15 August 1990 see abstract see page 7, line 16 - page 8, line 14; claims 1,2; figure 5 ---	1,2,5-8, 11,12
A	DE 34 15 032 A (SIEMENS AG) 8 November 1984 see abstract; claims 1,3; figure 4 see page 10, line 29 - page 11, line 25 ---	1,2,5-8, 11,12 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"&" document member of the same patent family

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

16 February 1999

02/03/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Harris, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/01684

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96 00467 A (METRICOM INC) 4 January 1996 see abstract; figure 2 see page 7, line 30 - line 38 ---	1,2,5-8, 11,12
A	US 5 586 120 A (CADD JIM) 17 December 1996  see abstract see column 2, line 52 - line 55 see column 3, line 37 - line 44 see column 4, line 54 - column 5, line 14; claim 1; figure 3 ---	1,2,5-8, 11,12
A	US 5 471 503 A (ALTMAYER PAULETTE R ET AL) 28 November 1995 see abstract see column 7, line 26 - line 54; figure 5 -----	3,4,9,10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/01684

Patent document cited in search report.		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0182762	A	28-05-1986		SE 445698 B CA 1252151 A DE 3565620 A SE 8405818 A US 4716573 A		07-07-1986 04-04-1989 17-11-1988 20-05-1986 29-12-1987
GB 2228163	A	15-08-1990		FR 2640448 A DE 3140402 C NL 8104607 A		15-06-1990 13-09-1990 02-07-1990
DE 3415032	A	08-11-1984		NONE		
WO 9600467	A	04-01-1996		US 5515369 A		07-05-1996
US 5586120	A	17-12-1996		NONE		
US 5471503	A	28-11-1995		NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/01684

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 H04B1/713 H04J13/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 H04B H04J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>3</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 182 762 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 28. Mai 1986 siehe Zusammenfassung siehe Seite 3, Zeile 17 - Zeile 24 siehe Seite 4, Zeile 1 - Zeile 14 siehe Seite 6, Zeile 29 - Zeile 32; Anspruch 1; Abbildung 2 ---	1,2,5-8, 11,12
Y	GB 2 228 163 A (TRT TELECOM RADIO ELECTR) 15. August 1990 siehe Zusammenfassung siehe Seite 7, Zeile 16 - Seite 8, Zeile 14; Ansprüche 1,2; Abbildung 5 ---	1,2,5-8, 11,12 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>3</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht  
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Anmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

16. Februar 1999

02/03/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Harris, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/01684

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 34 15 032 A (SIEMENS AG) 8. November 1984 siehe Zusammenfassung; Ansprüche 1,3; Abbildung 4 siehe Seite 10, Zeile 29 – Seite 11, Zeile 25 ---	1,2,5-8, 11,12
A	WO 96 00467 A (METRICOM INC) 4. Januar 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildung 2 siehe Seite 7, Zeile 30 – Zeile 38 ---	1,2,5-8, 11,12
A	US 5 586 120 A (CADD JIM) 17. Dezember 1996 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 2, Zeile 52 – Zeile 55 siehe Spalte 3, Zeile 37 – Zeile 44 siehe Spalte 4, Zeile 54 – Spalte 5, Zeile 14; Anspruch 1; Abbildung 3 ----	1,2,5-8, 11,12
A	US 5 471 503 A (ALTMAIER PAULETTE R ET AL) 28. November 1995 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 7, Zeile 26 – Zeile 54; Abbildung 5 -----	3,4,9,10

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/01684

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0182762	A	28-05-1986	SE CA DE SE US	445698 B 1252151 A 3565620 A 8405818 A 4716573 A		07-07-1986 04-04-1989 17-11-1988 20-05-1986 29-12-1987
GB 2228163	A	15-08-1990	FR DE NL	2640448 A 3140402 C 8104607 A		15-06-1990 13-09-1990 02-07-1990
DE 3415032	A	08-11-1984		KEINE		
WO 9600467	A	04-01-1996	US	5515369 A		07-05-1996
US 5586120	A	17-12-1996		KEINE		
US 5471503	A	28-11-1995		KEINE		